

VARGA PÉTER

## A 2016. augusztus 24-i közép-olaszországi földrengés Előzmények és következtetések

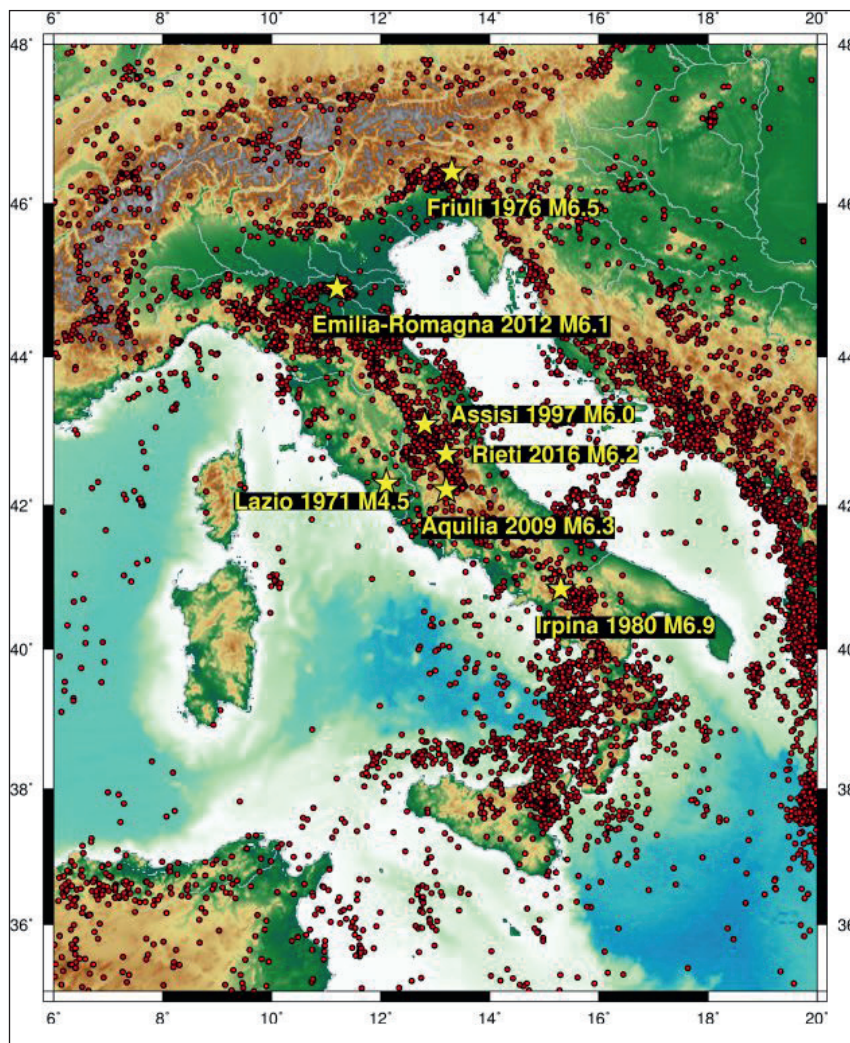
Olaszország egészének szeizmikus aktivitása, bár meghaladja a Pannon-medencéét, olasz kutatók véleménye szerint nem tekinthető különösen magasnak. Ez a vélemény kissé különösnek tűnik a magyar olvasó számára az Olaszországot sújtó gyakori nagy szeizmológiai események ismeretében. Az olasz földrengés-katalógus a X. század elejétől 6  $M \geq 7$ , 19  $M \geq 6$  és 20  $M \geq 5,5$  földrengést tartalmaz. Csak példaként említhető a Calabriát 1783 február-márciusában öt rengésből álló, valószínűleg egymást triggerelő eseményekből álló földrengéssorozat, mely két  $M=7$ , egy-egy  $M=5,9$ ,  $M=6,2$  és  $M=6,6$  rengésből állt. Hasonlóan nagyon erős volt a Basilicata földrengés (1857,  $M=7,0$ ) vagy az 1905. évi calabriai ( $M=7,2$ ). A földrengések legnagyobb része egy a Pó-síkságtól kiinduló és az Appenninek vonalát a Jón-tengertől kiágazó Tarantói-öbölhöz követő, majd innen Calabrián keresztül húzódó és Szicília északi részén végződő zónához köthető (1. ábra).

Az Appenninek említett szeizmikus zónájától keletre egy másik szeizmikus zóna húzódik, mely az előbbi mélyebb fészki rengésekkel jellemezhető. Mélyebb fészkek jellemzik Calabriát és ilyenek szórva, különösen előfordulnak Olaszország másik, kisebb területű, földrengészónájában, az Alpok térségében is. Az Appenninek magasabb részei alatt kipattanó földrengések fészkeiben általában táglalással jellemezhető, széthúzó elmozdulások mennek végbe, míg az alacsonyabban fekvő területek szeizmikus eseményeit a köztömegek egymásra tolódásával járó, kompressziós mozgások jellemzik.

Az Olaszország szeizmitását kutató szakembereket segíti, hogy az ország területéről kivételesen gazdag és megbízható adatbázis áll rendelkezésre. Ez egyaránt vonatkozik a régmúlt időszakok vizuális, a földrengések által keltette változások és károk, úgynevezett makroszeizmikus megfigyeléseit tartalmazó katalógusokra, valamint a XX. század elejétől rendelkezésre álló, és egyre bővülő műszerekkel regisztrált mikroszeizmikusnak nevezett adatokra.

### A legnagyobb károkat okozó földrengések 1970 és 2015 között

Ha az 1970-től kezdődő időszak nagyobb károkat okozó földrengéseit vesszük figyelembe, megállapítható, hogy köztük nagy magnitúdójú földrengés ( $M \geq 7,0$ ) nem található. Ugyanakkor ezek közül a legjelen-



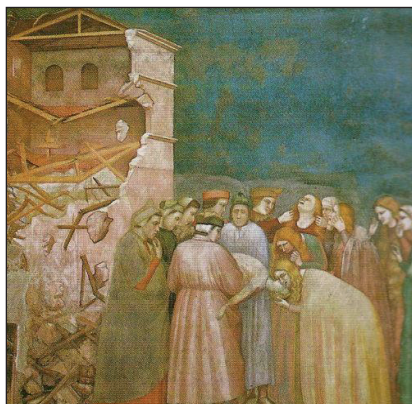
1. ábra. A térképen az 1970-től kipattanó  $M > 3,5$  földrengések epicentrumai láthatók (piros körök). Csillaggal vannak jelölve a legnagyobb károkat okozó események

több károkat okozókról érdemes röviden megemlékezni, mivel sok szempontból hasonlóságokat mutatnak egymással.

#### Lazio, 1970. február 6., $M=4,6$

A 31 áldozatot követelő földrengés részben lerombolta Viterbo városát, jelentős károkat okozva az ottani római kori műemlékekben. Gyakori eset, ami itt történt. A lokális földtani viszonyok lényegesen megnövelték a földrengéshullámok hatását és azok károkozó intenzitásának értékét. Többször előfordult, hogy egy nem nagy  $M=4,5-5,0$  magnitúdó értékter-

ományba tartozó esemény sok áldozatot követelt, jelentős károkat okozott. Viterbo történelmi emlékekben gazdag, és mint sok kis város az Appenninekben, hegycsúcsra épült. Még mindig a középkori városfalak között él. Kedvezőtlen topográfiai helyzete mellett a helyi földtani viszonyok is növelték a rengés hatását. A település nagyobb része ugyanis laza altalajra, vulkáni tufára épült. A földrengés hatását növelte az is, hogy a rengés fészke nagyon közel volt a felszínhez. Mindössze 4 kilométeres mélységet határoztak meg a szeizmogramok kiértékelése alapján. Egy másik veszélyforrást



**2. ábra. Giottónak (1267–1337) tulajdonított és az assisi székesegyházban látható freskón, halott lányát egy valószínűleg földrengés következtében összeomlott épülethől kimentő anyát ábrázol. A legenda szerint a halott gyermeket Assisi Szent Ferenc feltámasztotta fel**

is említeni kell: az emberit. Az ódon épületek már eleve kevésbé tudnak ellenállni a földrengések hatásának, de ezt a kedvezőtlen helyzetet csak növelte, hogy az épületek lakói, többnyire idős emberek nem tudták megoldani lakóhelyük karbantartását.

*Friuli, 1976. május 6.,  $M=6,5$*

A rengés az Alpok előterében pattant ki. Méretéhez (magnitúdójához) képest nagy területen érvényesült pusztító hatása. Közel 1000 ember vesztette életét, 77 településen okozott károkat. Erős utó rengés-tevékenység jellemezte. Közülük négy volt nagyobb, mint  $M=5,5$ , ezek közül az egyiknek  $M=6,0$  volt a mérete. Természetesen az utó rengések növelték a fő rengés okozta károkat. Összehasonlításként, a XX. század két legnagyobb magyarországi rengése (Kecskemét, 1911 és Dunaharaszti, 1956) magnitúdója ( $M=5,6$ ) a Friuli földrengés utó rengéseivel volt egyenlő méretű.

*Irpina, 1980. november 23.*

Tulajdonképpen három, gyorsan egymást követő megegyező erősségű rengés történt ( $M=6,9$ ), melyek együtt 70 másodpercig tartottak. Ez a földrengés az egyik legnagyobb volt a XX. század során Olaszországban. Az áldozatok száma nagyon magas volt (2489 fő) és komoly anyagi kár keletkezett az épületekben is. A földrengések keltette horizontális gyorsulás, melynek értéke meghatározó az épületekre gyakorolt földrengés hatás meghatározásakor, a várt  $0,18 \text{ g}$  értéknél lényegesen nagyobb,  $0,38 \text{ g}$  volt ( $g=9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ). Ezen a helyen korábban is volt erős földrengés. Az 1694. szeptember 8-i rengés mérete a fennmaradt adatok alapján nagyobb volt a hatos magnitúdó értékénél.

*Assisi, 1997. szeptember 28.*

Egy földrengéssorozat következett be Umbriában, 1997-ben. A fő rengést ( $M=6,1$ ) néhány órával egy nagyobb elő rengés előzte meg ( $M=5,7$ ). Az elő rengés erősen megrongálta az assisi székesegyházat (2. ábra), majd a fő rengés hatására a bazilika tetőzete beomlott. A rengés fészke 10 km mélyen volt. Az elő- és utó rengések száma több ezer volt és ezek 1997 májusától 1998 májusáig pattantak ki. A rengések 11 ember életét oltották ki.

*L'Aquila, 2009. április 6.*

A sok áldozatot (308 fő) és hatalmas anyagi kárt eredményező  $M=6,3$  magnitúdójú földrengés emléke azért is él még ma is a köztudatban, mert a rengést megelőző elő rengések következtében keletkező riadalmat helytelenül kezelték az olasz szakemberek és a katasztrófavédelmi hatóság. Több mint száz  $M=4$  magnitúdójú – tehát jól érezhető, sőt esetleg kisebb károkat is okozó – földrengés pattant ki 2009 első hónapjaiban. A kialakult riadalmat fokozta, hogy a L'Aquila-hoz közeli Gran Sasso fizikai laboratórium technikusa különböző eszközök révén arról tájékoztatta a környéken élőket, hogy jelentős változást észlelt a föld alól kiszabaduló radon gáz mennyiségében, ami szerinte nagyobb földrengés előjele. Ez a pánikkeltés nem megalapozott feltételezésen alapult. A XX. század második felétől számos kutató keresett kapcsolatot a szeizmikus aktivitás és a radonkiáramlás mértékének változásai között, ez idáig eredménytelenül. A lakosság megnyugtatása céljából az olasz környezetvédelmi hatóság vezetője egy szakértői megbeszélést hívott össze a városba. Ezen a földrengést hat nappal megelőző összejövetelen a környezetvédelmi hatóság vezetői mellett részt vett a Nemzeti Geofizikai és Vulkanológiai Intézet (INGV – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) több vezető szeizmológusa és vulkanológusa, köztük az intézet igazgatója is. Érdemes megjegyezni, hogy az INGV a világ egyik legnagyobb és nemzetközileg elismert geofizikai intézete és keretében működik az olasz szeizmológiai szolgálat. Az említett szakértői értekezleten történtek talán az azt követően elhangzott nyilatkozatokból lehet következtetni. Ezek lényege az volt, hogy pánikra nincs ok, nem kell katasztrófától tartani. Természetesen az ilyen magabiztos kijelentések jól hangzottak, de teljes mértékben megalapozatlanok voltak. A szeizmológia mai fejlettségi színvonala nem teszi lehetővé (és várhatóan

még sokáig fenn fog állni ez a helyzet) egy jövőbeli földrengés helyének és időpontjának megadását. Amit ma tudunk: alapos vizsgálatok alapján becsülhető egy adott helyen várható földrengés keltette maximális gyorsulás értéke, vagyis az épületekre és egyéb mérnöki létesítményekre érő várható hatás mértéke. Az ülés után az olasz katasztrófavédelem vezetője azt tanácsolta az embereknek, hogy nyugodtan menjenek haza és estére igyanak meg egy jó vörösbort. A hatóság vezető helyettese pedig azt hangoztatta, hogy az elő rengések nagy száma kedvező, mert így a közetekben felhalmozott feszültség fokozatosan szabadul fel és nem egyszerre egy nagy rengésben. Ez az állítás téves, mert a száz-as nagyságrendben bekövetkező négyes méretű rengések során felszabadult összes energia nem érte el a 2009. április 6-án bekövetkezett fő rengés energiájának egy százalékát sem.

A földrengést követően a katasztrófavédelem szervezte ülés résztvevőinek jelentős részét perbe fogták. A több mint hat évig tartó, több bírósági szintet megjárt per, nemrég ért véget és végül felmentő ítélettel zárult, csak a hatóság vezető helyettese kapott két év felfüggesztett börtönbüntetést. Viszont az INGV élére új igazgató került. A rengés következményeinek mérlegelésekor meg kell említeni, hogy az erre a helyre prognosztizált maximális gyorsulás érték ( $0,17 \text{ g}$ ) a becslés hibahatárát figyelembe véve jó egyezést mutatott a rengés során bekövetkezett ( $0,22 \text{ g}$ ). Ez ismételt felveti az épületek fokozott sérülékenységének és ezzel együtt az építési hatóságok felelősségének kérdését. Az olasz katasztrófavédelem egyik vezetője nemrég azt mondta, hogy „Kaliforniában egy ilyen földrengésnek nem lenne egyetlen áldozata sem”.

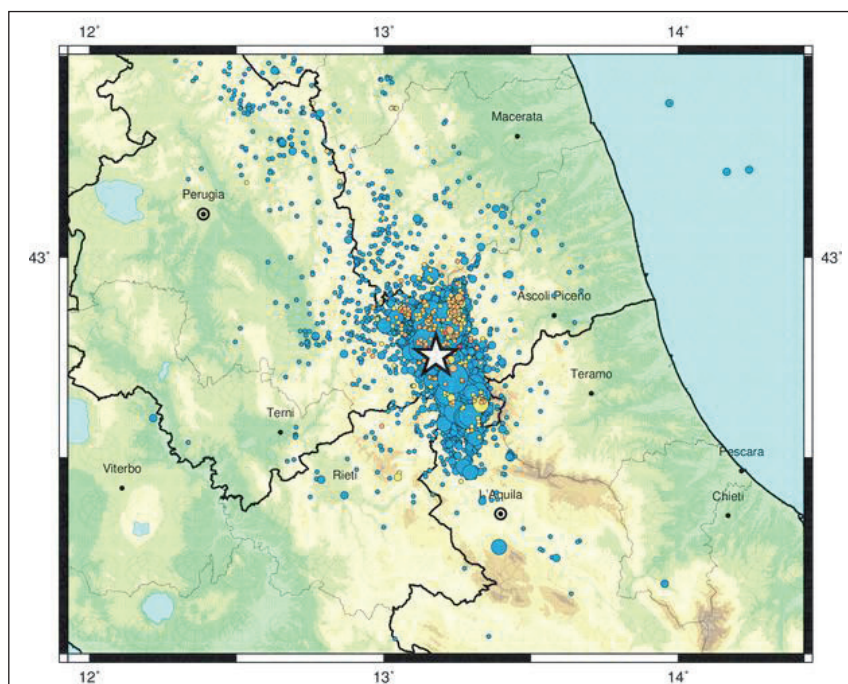
*Emilia-Romagna, 2012. május 20.,  $M=6,1$*

A 27 áldozattal járó földrengést egy jelentős, a fő rengéssel összemérhető utó rengés követte május 29-én ( $M=5,9$ ) és ugyanezen

**3. ábra. Túlélők után kutatnak Amatrice összeomlott házai között**







4. ábra. A 2016. augusztus 24-i Rieti-földrendés utórendései. Csillaggal jelöltük a cikk megírásáig kipattant utolsó jelentősebb utórendést (2016. október 16,  $M=4,1$ ). Piros körök jelölik az egy órával, narancssárgák a 24 órával, sárgák a 72 órával korábbi eseményeket, míg a kékkel a 72 óránál régebben történteket. A körök átmérője a magnitúdók nagyságával arányosak. A legkisebbek az  $M=2$ -nél kisebb, míg a legnagyobbak az  $M=4$ -nél nagyobb utórendések epicentrumának helyét mutatják (Az INGV honlapja alapján)

a napon még egy  $M=5,3$  magnitúdójú rengés is bekövetkezett. E két utóbbi esemény 20 fővel tovább növelte az áldozatok számát, valamint a már addig is jelentős épületkárokat. Sok épület sérült meg jelentős mértékben, köztük száz műemlék. Meg kell említeni, hogy a rengés helyére korábban meghatározott maximális horizontális gyorsulás értéke (0,14 g) lényegesen kisebb volt, mint a rengés alapján meghatározott (0,32 g).

#### Rieti földrendés, 2016. augusztus 24., $M=6,2$

A földrendés nevét az olasz szeizmológiai szolgálat Rieti névvel jelöli, mivel az ilyen nevű megyében volt az epicentrum és a legnagyobb károkat elszenvedő települések. Közép-olasz földrendésként azért említik, mert Rieti az országnak pontosan közepén található. Végezettul Amatrice földrendésként szerepel sok helyen, elsősorban a tömegtájékoztatókban, mert Amatrice városa szenvedte el a legnagyobb károkat (3. ábra).

A földrendés fészke 35 kilométerre volt L'Aquilától, a 2009. évi földrendés központjától. A rengés többé-kevésbé tágabb környezetében a múltban már voltak nagy szeizmikus események. 1461. november 28-án L'Aquilában, 1639. október 7-én Amatricében volt egy nagy rengés ( $M=6,2$ ), 1703 január 14-én, 16-án és feb-

ruár 2-án egy három rengésből álló  $M \geq 6$  nagyságú esemény következett be, 1762. október 6-án egy  $M=5$  és  $M=6$  közötti földrendés történt. Különösen nagyszámú áldozatot – 30 ezer főt – követelt az 1915. január 15-én bekövetkezett  $M=6,1$  magnitúdójú földrendés.

Eltérően a l'aquilai 2009. évi földrendéstől, melyet számtalan kisebb ( $M \leq 4$ ) előrendés előzött meg, az augusztus 24-i esemény előtt ilyeneket nem észleltek. A 2016. augusztus 24-i földrendést nagyszámú utórendés követte. Augusztus 24-én és 25-én hat alkalommal észleltek  $M \geq 4$  és egy alkalommal  $M \geq 5$  utórendést. Augusztus 28-ig további 15  $M \geq 4$  rengést detektáltak. Még jelen sorok írásakor (október 16-án) is volt egy  $M=4,1$  erősségű esemény (4. ábra). A megfigyelési adatok feldolgozása alapján úgy látszik, hogy a tektonikai mozgások egy 20–25 kilométer hosszúságú törésvonal mentén történtek, nagyon sekély mélységben (4 kilométer) ami jelentősen növelte a károk mértékét. Ebben az esetben is az tapasztalható, hogy az előzőleg meghatározott és a rengéskor mért maximális gyorsulásértékek eltérnek egymástól (0,22 g és 0,45 g).

A két legnagyobb kárt szenvedett város Amatrice és Accumoli. Mindkét helyen megsérültek, vagy egyenesen összeomlottak a központjaik jelentős részét kitevő,

gyakran több száz éves épületek. A szorosan egymás mellé épített házak egyikének leromolódása a megtámasztottság csökkenése következtében a szomszédos épületek sérüléseit vonta maga után. A károk mértéke, bár erős volt a földrendés, túlságosan nagy, ami arra utal, hogy az épületek, különösen a régiak, nem voltak jó állapotban. Az épületek jelentős részében idős, gyakran egyedülálló emberek élnek, akik általában nem rendelkeznek elégséges eszközökkel azok épület-megerősítő felújításához. A másik tipikus eset, hogy a városból nagyobb településre költöztek ingatlanjaikat hétvégi háznak vásárolják meg és az új, az épületet csak esetenként használó tulajdonos nem sokat törődik annak állagával. A rengés nem kímélte a műemlékeket sem. A legtöbb templom súlyos sérüléseket szenvedett. Így például a földrendés következtében Amatricében súlyosan megrongálódott az 1428-ban épült Szent Augustin templom (leomlott a homlokzatának felső része és részben beszakadt tetőzete). De súlyos sérüléseket szenvedett a város 2012-ben épült iskolája is.

#### Mi a közös az olaszországi földrendésekben?

A földrendéseket megelőző előrendések, melyek néhány esetben Olaszországban is előfordultak, sőt – mint láttuk – a l'aquilai földrendés esetében, a közfigyelem tárgyai lettek, nem törvényszerűek. A jelentősebb szeizmológiai események mintegy 15–20 százaléka esetében figyeltek meg előrendéseket. Persze, hogy egy esemény előrendés csak akkor derül ki, ha a főrendés bekövetkezett. Ennek hiányában sok egymást követő kisebb, földrendéssel, úgynevezett földrendésrajjal van dolgunk. Ez az érdekes szeizmológiai jelenség, mivel károkkal nem jár, elkerüli a közvélemény figyelmét. A főrendést követő utórendések azonban törvényszerűek, hónapokig, sőt évekig regisztrálhatóak az epicentrális területen. Két tulajdonságukat érdemes megemlíteni. Az első az, hogy gyakoriságuk és erősségük a főrendés időpontjától távolodva exponenciálisan csökken. A másik az, hogy az utórendések között szinte mindig van legalább egy nagyobb méretű, mely gyakran alig kisebb a főrendésnél. Ezek gyakran jelentős veszélyt jelentenek, például azzal, hogy a már sérült épületeket tovább rombolják.

Az 1970 után kipattant olaszországi földrendések esetében gyakran előfordult, hogy az epicentrum helyére prognosztizált maximális vízszintes gyorsulásérték kisebbnek bizonyult az esemény után műszeres mérésekből meghatározottnál. Mint az 1. táblázatból látható, ilyen eltérések számos, de nem minden nagy földrendés esetében előfordultak. Az eltérés nyilvánvalóan veszélyt jelent, hiszen a tervezők munkájukhoz a prognosztizált értéket használják fel.

| Hely                        | Időpont       | Magnitúdó | Áldozatok száma | Várt (feltételezett)* és megfigyeltmaximális vízszintes gyorsulások (m/s <sup>2</sup> ) |           |
|-----------------------------|---------------|-----------|-----------------|---|-----------|
| Irpina, Olaszország         | 1980.04.06.   | 6,9       |                 | 0,18  | 0,38      |
| Kobe, Japán                 | 1995. 01. 17. | 7,2       | 5 100           | 0,44  | 0,75      |
| Gujarat, India              | 2001. 01. 26. | 7,6-7,7   | 20 000          | 0,20  | 0,55      |
| Boumerdes, Algéria          | 2003. 05. 21. | 7,3       | 3 500           | 0,12  | 0,35      |
| Bam, Irán                   | 2003. 12. 26. | 6,6       | 26 000          | 0,20  | 0,75      |
| Szecsuan, Kína              | 2008. 05. 12. | 7,9       | 68 000          | 0,20  | 0,65      |
| L'Aquila, Olaszország       | 2009.04.06    | 6,3       | 308             | 0,15  | 0,23      |
| Haiti                       | 2010. 01. 12. | 7,0       | 316 000         | 0,11  | 0,45      |
| Chile                       | 2010. 02. 27. | 8,8       | 500             | 6,4   | 6,4       |
| Christchurch, Új-Zéland     | 2011. 02. 22. | 6,3       | 300             | 3,4-6,4   | 14,7-21,6 |
| Tohoku, Japán               | 2011. 03. 11. | 9,0       | 10 000          | 2,0-6,4   | 4,94      |
| Emilia-Romagna, Olaszország | 2012.05.20    | 6,1       | 27              | 0,14  | 0,32      |
| Rieti, Olaszország          | 2016. 08.24   | 6,2       | 300             | 0,22  | 0,45      |

\*10% meg nem haladási valószínűség 50 éven belül

1. táblázat. Néhány jelentős közelmúltbeli földrengés epicentrumára becsült és ugyanott műszerekkel megfigyelt vízszintes gyorsulásértékek

Ez azt jelenti, hogy az így megvalósuló mérnöki létesítmények földrengésállósági szempontból alultervezettek. Több olaszországi kár valószínűleg ezzel a problémával magyarázható.

A károk legnagyobb része azonban az épületek, különösen a régiak nem megfelelő állapotával hozhatóak kapcsolatba. Az új épületek kivitelezésekor még csak-csak gondolnak arra, hogy azoknak a földrengések hatását ki kell bírniuk, de a régi épületek ilyen szempontokat figyelembe vevő megerősítésére alig van példa. Lehet, hogy nincs is. Persze egy ilyen utólagos megerősítés nagyon sokba kerül. Az

Olasz Nemzeti Mérnöki Tanács számításai szerint, mint arról a The New York Times 2016. augusztus 27-i száma tudósít, csak a műemlék-épületek megerősítéséhez 93 milliárd euróra lenne szükség. Az ország épületállományának 60 százalékát kitevő régi lakóépületek esetében az ilyen jellegű megerősítéséhez átlagosan 300 euró kellene négyzetméterenként. Az európai városokban, így a magyarországiakban is, sok-sok meggyengült, 100–200 éves vagy még idősebb ház található. Ezek veszélyeztetettsége még akkor is jelentős, ha a földrengés aktivitás helyről helyre eltérő.

2. táblázat. A közép-olaszországi (Macerata) földrengés (2016. október 26.) és azt követő 24 óra  $M \geq 4$  utó rengései

| Idő (UTC)           | M   | $\varphi$ | $\lambda$ | Mélys. (km) |
|---------------------|-----|-----------|-----------|-------------|
| 2016-10-27 17:22:26 | 4,3 | 42.84°N   | 13.13°E   | 10          |
| 2016-10-27 12:19:01 | 4,0 | 43.00°N   | 13.27°E   | 10          |
| 2016-10-27 03:50:27 | 4,1 | 43.06°N   | 13.16°E   | 10          |
| 2016-10-27 03:19:29 | 4,1 | 42.93°N   | 13.22°E   | 10          |
| 2016-10-27 01:37:07 | 4,0 | 42.80°N   | 13.10°E   | 10          |
| 2016-10-27 00:21:32 | 4,2 | 43.00°N   | 13.14°E   | 10          |
| 2016-10-26 23:52:33 | 4,2 | 42.88°N   | 13.23°E   | 10          |
| 2016-10-26 21:42:05 | 4,6 | 42.98°N   | 13.17°E   | 10          |
| 2016-10-26 21:24:55 | 4,5 | 42.96°N   | 13.14°E   | 10          |
| 2016-10-26 19:43:46 | 4,8 | 42.98°N   | 13.16°E   | 10          |
| 2016-10-26 19:18:09 | 6,1 | 42.99°N   | 13.14°E   | 10          |
| 2016-10-26 17:10:38 | 5,5 | 42.95°N   | 13.11°E   | 10          |

A kézirat elküldése utáni napokban újabb természeti csapás érte Olaszországot, a Macerata közelében kipattant két erős földrengés formájában. 2016. október 26-án helyi idő szerint 19:10-kor egy  $M=5,5$ , majd 21:18-kor egy  $M=6,1$  magnitúdójú rengés pattant ki Macerata város közelében. A két földrengést több száz erős utó rengés követte és fogja még követni (jelen kiegészítés október 28-án íródik). A rengést követő első, huszonnégy órán belül tíz  $M \geq 4$  rengés történt (2. táblázat). A földrengés, eltérően az augusztus 24-i eseménytől, nem szedett áldozatokat és a sérültek száma is alacsony. Ennek oka valószínűleg az, hogy az első kisebb rengés ( $M=5,5$ ) után

az emberek a házaikból a szabadba menekültek és ott érte őket a második, nagyobb esemény ( $M=6,1$ ). A Macerata melletti földrengés epicentruma csak néhány száz tíz kilométerre van a Rieti mellettiétől. A két jelentős földrengés ok-okozati kapcsolata még nem egyértelmű, további vizsgálatokra van szükség. Az épületkárok ezen utóbbi esetben is jelentősek. Sok műemléképület mellett megsérültek azok az épületek is, melyek az igencsak közeli californitói földrengés (1997) után épültek, vagy lettek megerősítve. Mindez arra utal, hogy 1997-ben alábecsülték

a terület földrengés-veszélyeztetettségét. Ez utóbbi esemény jelentős mértékben hasonlít a maceratai rengéshez. 1997. szeptember 26-án is két erős rengés követte egymást, egy  $M=5,7$  és egy  $M=6,1$  méretű. Az 1997. évi rengést sok ezer kisebb földrengés előzte meg és követte az 1997 májusától a következő év áprilisáig terjedő időszakban.

\*\*\*

Az időközben történt események újabb kiegészítést tesznek szükségessé, **ugyanis** újabb erős rengés rázta meg Olaszország középső részét. A földrengés fészke 10 km mélységben volt Norcia közelében. Bár szerencsére ez a szeizmológiai esemény nem követelt áldozatokat az anyagi kár ismét rendkívül jelentős volt. A rengés magnitúdója ( $M=6,5$ ) nagyobb volt, mint az augusztusi Rieti mellett történté ( $M=6,2$ ) és az október végén Macerata környékié ( $M=6,1$ ). Az  $M=6,5$  méretű október 30-i esemény keltette felszíni megrázottsági intenzitás mégis elmarad az augusztus 24-i eseményétől. Ez utóbbi a felszínhez nagyon közel, 4 kilométeres mélységben, pattant ki, ami a földfelszíni megrázottságot az epicentrális intenzitással jellemezve  $I_0=9,5$  értéket ad  $M=6,2$  magnitúdó érték esetében. Ezzel szemben az október 30-i esemény esetében ( $M=6,5$ , fészekmélység 10 km) ez az érték  $I_0=9$ .

A három földrengés egymáshoz közel pattant ki. A három epicentrum egy 250–300 négyzetkilométeres területen belül található. Egy  $M=6,0$ – $6,5$  méretű rengés fészkeének felszíni területe általában 120–150 km<sup>2</sup>. Pillanatnyilag független eseményként tartják nyilván a három földrengést, s hogy hatottak-e egymásra, még nem tisztázott. ☼